

Sztywność budynków szkieletowych

Projektowanie szkieletowych budynków drewnianych wymaga od konstruktora uwzględnienia mechanizmów i zjawisk nieuwzględnianych w tradycyjnych budynkach murowanych. Najważniejszą kwestią, na jaką musi zwrócić uwagę projektant, jest zapewnienie odpowiedniej sztywności budynku. Bagatelizowanie lub całkowite pomijanie tego problemu może rodzić bardzo poważne konsekwencje użytkowe, a w przypadku obciążeń o skrajnie dużej intensywności prowadzić do katastrofy.



Fot. 1. Problem sztywności domów drewnianych.

Budownictwo drewniane cieszy się w Polsce coraz większą popularnością. Wynika to na pewno z korzyści, jakie wiążą się z wyborem tej technologii, a także z przetrzymywania tradycyjnego podejścia do budownictwa Polaków. Powstają nowe firmy lub wręcz fabryki produkujące głównie prefabrykowane domy energooszczędne. Pomimo większego zainteresowania i rosnącego udziału w rynku, budownictwo szkieletowe jest stosunkowo nową metodą budowania domów. Projektowanie i budowanie domów w tej technologii wymaga pewnego rodzaju resetu i nauczenia się podstawowych zasad od początku. Wiele rzeczy, które były naturalne i oczywiste lub pomijane w przypadku



Fot. 2. Zniszczenie domu na skutek utraty sztywności.

budynków murowanych, nabierają całkiem innego znaczenia i skali w drewnianej rzeczywistości. Nie oznacza to rzecz jasna, że budynki drewniane są gorsze, wręcz przeciwnie, mają wiele zalet, których nie mają obiekty wznoszone tradycyjnymi metodami. Jednakże specyfika projektowania budynków szkieletowych wymaga od projektanta innego podejścia do budowanego obiektu. Bywa to trudne, zwłaszcza, jeśli przez lata projektowaliśmy budynki murowane i przyjdzie nam zmierzyć się z konstrukcją szkieletową. Niestety wiele razy spotkałem się projektem budynku szkieletowego, w którym nie zostały przeanalizowane bardzo ważne zjawiska. Dość popularnym błędem, który niestety ma bardzo poważne konsekwencje, jest pomijanie obliczeń sztywności ścian i całkowite ignorowanie tego zjawiska. Jestem przekonany, że nie wynika

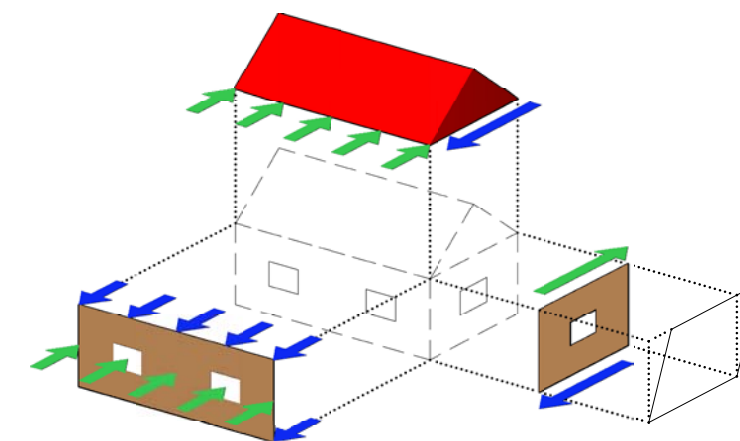
to ze złej woli czy zaniedbań konstruktorów, ale ma to związek z wyżej wspomnianymi przyzwyczajeniami z budownictwa tradycyjnego. W domach murowanych projektant w większości przypadków pomija obliczenia sztywności ścian, uznając ten problem, jako mało istotny. Jednakże w budownictwie szkieletowym sztywność całego budynku musi być szczegółowo przeanalizowana. Brak zapewnienia wystarczającej sztywności może skutkować problemami w użytkowaniu lub w ekstremalnych przypadkach katastrofą budowlaną (fot. 2).

Sztywność budynku szkieletowego

Problem sztywności wynika z oddziaływania obciążeń poziomych na konstrukcję. Są to, w polskich realiach, głównie obciążenia wiatrem. Warto jednak pamiętać, że mogą to także być obciążenia sejsmiczne. Może to mieć znaczenie, jeżeli budujemy w rejonie basenu Morza Śródziemnego. Aby poprawnie wykonać usztywnienie domu drewnianego, należy zrozumieć podstawową zasadę, obrazującą ścieżkę przenoszenia obciążeń poziomych na fundament (rys. 1). Ściany budynku prostopadłe do kierunku wiatru (zielone strzałki), nazywane są ścianami obciążonymi. Ściany równoległe do kierunku wiatru to ściany usztywniające. Sztywność rozpatruje się w dwóch prostopadłych kierunkach. W drugim przypadku role ścian się odwracają, ściany obciążone stają się usztywniającymi i odwrotnie. Oczywiście w zależności od kształtu budynku, nie należy zapominać o obciążeniach przekazywanych przez bryłę dachu. Aby ściany obciążone wiatrem nie zapadły się do środka budynku muszą być połączone na dole z fundamentem i na górze odpowiednio podparte bryłą dachu (lub tarczą stropową w przypadku budynków piętrowych). Aby więźba dachowa (lub



Fot. 3. Usztywnienie zastrzałami na przykładzie muru pruskiego. (zdj. Wikipedia.org)



Rys. 1. Schemat pracy ścian usztywniających.

tarcza stropowa) stanowiła podparcie dla ścian obciążonych, muszą zająć trzy warunki. Po pierwsze musi być odpowiednio stężona, aby była na tyle sztywna, żeby być w stanie przyjąć obciążenia poziome. Oczywiście znowu mówimy tu o dwóch kierunkach obciążeń wzdłuż i w poprzek połaci, bo sztywność obiektu rozpatruje się w obu kierunkach. Drugim warunkiem jest zapewnienie podparcia bryle dachu, który umożliwi przekazanie obciążeń poziomych parcia wiatru na fundament. Tę właśnie rolę pełnią ściany usztywniające, równoległe do kierunku wiatru. Aby ściany te pełniły rolę podparcia muszą mieć odpowiednią sztywność. Ostatnim warunkiem jest zapewnienie przekazywania obciążeń pomiędzy wszystkimi elementami tego układu tj.

ściany obciążone – więźba, więźba – ściany usztywniające i ściany usztywniające – fundament. Sprowadza się to oczywiście do zaprojektowania odpowiednich połączeń z wykorzystaniem złączy ciesielskich.

Sztywność ściany szkieletowej

Wiemy już, co to są ściany usztywniające, skąd się biorą ich obciążenia poziome i jak ważna jest ich rola. Możemy teraz zastanowić się jak zapewnić tym ścianom odpowiednią sztywność. Praktycznie stosuje się dwie metody zapewnienia sztywności. Pierwsza to stosowanie ukośnych zastrzałów między pasem dolnym i górnym panela ściennego. Można śmiało stosować analogię do zastrzałów stosowanych w murze pruskim (fot. 3).



Fot. 4. Domy drewniane usztywnione poszyciem OSB.



Fot. 5 Zakotwienie ściany usztywniającej do fundamentu

W tym przypadku ściana szkieletowa zachowuje się jak prostokątna kratownica, gdzie zastrzały pełnią rolę krzyżulców ściskanych lub rozciąganych. Metoda ta została zaadaptowana na potrzeby konstrukcji szkieletowych. Deski stężące początkowo przybijano do zewnętrznej strony ściany. Później, aby uniknąć problemów z poszyciem, wykonywano gniazda w słupkach na grubość deski stężącej w miejscach przecięcia słupka z zastrzałem. Metoda ta jest nadal stosowana. Wraz z rozwojem produktów drewnopochodnych, a konkretnie materiałów płytowych – sklejka czy płyta OSB, zaczęto stosować drugą metodę usztywnienia. Metoda ta opiera się na usztywnieniu sztywnej tarczą. Płyta, np. OSB, z reguły jest obciążona prostopadle do swojej płaszczyzny. Takim zastosowaniem jest poszycie stropu. Płyta w takim zastosowaniu ma ograniczone nośności, w związku z tym musi być dość gęsto podparta belkami stropowymi. Jeżeli natomiast OSB będzie obciążona siłami działającymi w jej płaszczyźnie, czyli w tzw. układzie tarczowym, będzie w stanie przenieść znacznie większe obciążenia. Takim układem jest właśnie poszycie ściany szkieletowej płytą OSB i obciążenie jej siłami poziomymi, działającymi wzdłuż ściany. Łatwo zrozumieć jak duże znaczenie dla sztywności konstrukcji ma poszycie w postaci tarczy. Wie to każdy, kto choć raz samodzielnie składał zakupioną szafkę lub szafę drewnianą. Póki nie przybijemy płyty tylnej,

mebel nie jest w stanie zachować pożądanej geometrii. Dopiero po przybiciu tej płyty uzyskuje bardzo dużą sztywność. Podobną rolę pełni poszycie w konstrukcji ściany szkieletowej. Jest to najpopularniejszy sposób usztywnienia stosowany w budynkach szkieletowych (fot. 4). Co więcej, taki właśnie sposób usztywnienia jest przedstawiony w obowiązującej normie do projektowania konstrukcji drewnianych PN-EN 1995 1-1 (Eurokod 5). Temu zagadnieniu poświęcony jest cały rozdział „9.4.2 Przepony ściennie”. Stosując tę normę w bardzo łatwy sposób można określić sztywności poszczególnych ścian i sprawdzić czy są w stanie przeciwdziałać pojawiającym się obciążeniom. Co bardzo ważne, a często bagatelizowane, metoda projektowa opisana w normie wymaga pionowego układu płyt poszycia na ścianie. Poszywanie ściany płytami w układzie poziomym skutkuje zmniejszeniem sztywności. Trzeba zaznaczyć, że zapewnienie sztywności właściwym poszyciem wymaga jeszcze jednej rzeczy. Ściana usztywniająca, mając pełnić skutecznie swoją funkcję musi być właściwie połączona z fundamentem. W samej normie znajdziemy zapis o konieczności przeniesienia tych sił na fundament. Ściana usztywniająca musi być zabezpieczona przez przesunięcie i obrotem wywołanym siłą poziomą (fot. 5). Sposoby właściwego połączenia ścian szkieletowych z fundamentem opisane zostały w artykule „Kotwienie ścian szkieletowych” (FD&C 4-2016).

Co w sytuacji, kiedy brakuje sztywności?

Pytanie jest bardzo zasadne. Jeżeli uświadomimy sobie, że całkowita sztywność budynku wynika praktycznie z powierzchni ścian równoległych do rozpatrywanego kierunku wiatru. Łatwo wyobrazić sobie sytuację, kiedy tych ścian jest po prostu za mało. Przy współczesnej architekturze jest czymś naturalnym, że klient oczekuje dużego przeszklenia z tyłu budynku z wyjściami na ogród. Dążąc do dużych otwartych przestrzeni pomieszczeń, usuwamy ściany wewnętrzne, które jeśli spełnią kilka warunków, także mogą pełnić rolę usztywniającą. Wszystko to sprawia, że ścian usztywniających, a tym samym sztywności, może brakować.

Co robić w takiej sytuacji? Odpowiedź na to pytanie padnie w kolejnym artykule. Przedstawię w nim także różne sposoby zwiększenia sztywności domów szkieletowych.

W razie pytań i wątpliwości związanych z projektowaniem budynków szkieletowych zachęcam do kontaktu z inżynierami z działu wsparcia technicznego Simpson Strong-Tie.

tel: 22 865 22 00
e-mail: poland@strongtie.com

mgr inż. Tomasz Szczesiak

Inżynier Wsparcia Technicznego
Simpson Strong-Tie